

# Eigensicherheit in der Prozessinstrumentierung

Eigensicherheit ist eine der Methoden, Explosionen in gefährdeten Bereichen zu vermeiden. Dabei wird die elektrische Energie, die in Stromkreisen und Betriebsmitteln zur Verfügung steht, auf ein Niveau begrenzt, das für die Zündung der zündfähigsten, potentiell auftretenden Gas-/ Luftgemische nicht ausreicht.

Zwei Zündmechanismen werden dabei berücksichtigt: die Zündung durch elektrische Funken und durch Strom erhitzte Oberflächen. Das 'Gas' kann auch andere entzündliche Stoffe umfassen, wie Stäube, Fasern und Schwebstoffe. Die Stromkreise und Betriebsmittel sind so ausgelegt, dass die Sicherheit sowohl bei normalem Betrieb als auch bei allen möglichen Fehlerzuständen gewährleistet ist.

Die Zündschutzart Eigensicherheit ist in erster Linie eine Technik, die bei geringer Leistungsaufnahme zum Einsatz kommt, bei Wasserstoffatmosphären beschränkt ist auf etwa 1 W und die daher gut für die industrielle Instrumentierung geeignet ist. Bei Betriebsmitteln mit großer Leistungsaufnahme, wie z. B. Elektromotoren oder Beleuchtungseinrichtungen, kann sie nicht eingesetzt werden, wird in diesen Fällen aber häufig für die Stromkreise angewandt, die diese Betriebsmittel steuern.

## Vorteile der geringen Leistungsaufnahme

Alle anderen Zündschutzarten, z. B. Überdruckkapselung, druckfeste Kapselung, Ölkapselung, beruhen darauf, dass eine physische Barriere zwischen der explosionsfähigen Atmosphäre und dem Stromkreis gewahrt wird. In der im Betrieb befindlichen Anlage braucht diese dazu noch schwer zu überwachende Grenze nur an einer Stelle durchbrochen zu werden, und der ganze Schutz wird hinfällig. Dem gegenüber gewährleistet die Eigensicherheit einen einzigartigen Schutz, indem die Energie an der Quelle begrenzt wird. Aufgrund dieser Tatsache ergeben sich die folgenden technischen und wirtschaftlichen Vorteile:

- a) **Wartung am aktiven System:** Es muss nicht erst eine gasfreie Atmosphäre hergestellt oder der Stromkreis abgeschaltet werden, bevor die Kalibrierung oder andere Arbeiten an Betriebsmitteln vorgenommen werden. Abgedichtete oder magnetisch gekoppelte Steuergeräte in druckgekapselten Gehäusen sind nicht erforderlich.
- b) **Geringere Kosten:** Gehäuse sind leichter, weniger sperrig und billiger. Bewehrte Kabel oder Kabelkanäle können durch einfache Leitungen ersetzt werden. Thermolemente, Widerstände, Schalter und andere, nicht energiespeichernde passive Betriebsmittel brauchen lediglich gewöhnlichen Anforderungen (Witterungsbeständigkeit) zu genügen.
- c) **Größere Zuverlässigkeit:** Das System bleibt auch dann sicher, wenn Dichtungen versagen, Bagger Kabel durchtrennen oder die Abdeckungen von Gehäusen oder Kabelkanälen falsch wieder eingesetzt werden, wobei vielleicht Muttern fehlen oder falsch angezogen werden. Schalter brauchen keine langen, dünnen Luftspalte zur Zündverzögerung aufzuweisen, die der Korrosion unterliegen und sich zusetzen können.
- d) **Sicherer:** Betriebspersonal kann durch die geringen Spannungen in eigensicheren Stromkreisen nicht geschädigt werden.
- e) **Vielfältigere Einsatzmöglichkeiten:** Praktisch ist die Eigensicherheit die einzige Zündschutzart, die in Gefahrenbereichen der Zone 0 (hohe Gefahr) eingesetzt werden kann.

## Gaseinstufung

Die wichtigere der beiden Zündmechanismen ist die Zündung durch elektrische Funken. In Labors in aller Welt wurden in unzähligen Versuchen empirische Daten zur Zündfähigkeit gewonnen, aus denen allgemein anerkannte 'Zündgrenzkurven' für die am leichtesten entzündbaren Gemische von Luft und allen gemeinhin vorkommenden brennbaren Gasen abgeleitet wurden. Für jedes Gas gibt es drei Kurven, je nach Art des Stromkreises:

(i) *Stromkreise mit Widerständen: Minimaler Zündstrom in Abhängigkeit von der Spannung.*

(ii) *Stromkreise mit Induktivitäten: Minimaler Zündstrom in Abhängigkeit von der Induktivität.*

(iii) *Stromkreise mit Kondensatoren: Minimaler Zündstrom in Abhängigkeit von der Kapazität.*

Konstrukteure können bei der Entwicklung von eigensicheren Stromkreisen und Betriebsmitteln auf diese Kurven (mit geeigneten Sicherheitszuschlägen) zurückgreifen. In der Praxis sind aus Gründen der Vereinfachung jedoch alle Gase je nach Zündwilligkeit in einige wenige Gruppen eingestuft, wobei jede Gruppe durch ein bekanntes und leicht reproduzierbares 'repräsentatives' Gas oder 'Testgas' vertreten wird, was die routinemäßige Überprüfung von Betriebsmitteln erleichtert. Praktisch werden eigensichere Betriebsmittel daher für den sicheren Betrieb in einer bestimmten Gasgruppe ausgelegt.

Prüfstellen geben zu diesem Zweck anerkannte Zündkurven heraus, die sich auf repräsentative Testgase beziehen. Die Kurven werden für alle Systeme mit und ohne Cadmium, Zink, Magnesium oder Aluminium erstellt, weil diese Metalloberflächen die Zündung fördern. Praktisch erfolgt die Prüfung jedoch immer nach den strengsten Kriterien unter Annahme der ungünstigsten Bedingungen, wobei also von der Anwesenheit dieser Metalle ausgegangen wird.

Heutzutage finden zwei Systeme zur Gaseinstufung Anwendung, eines in den Ländern, die die IEC und CENELEC Normen anwenden, das andere in den USA und Kanada.

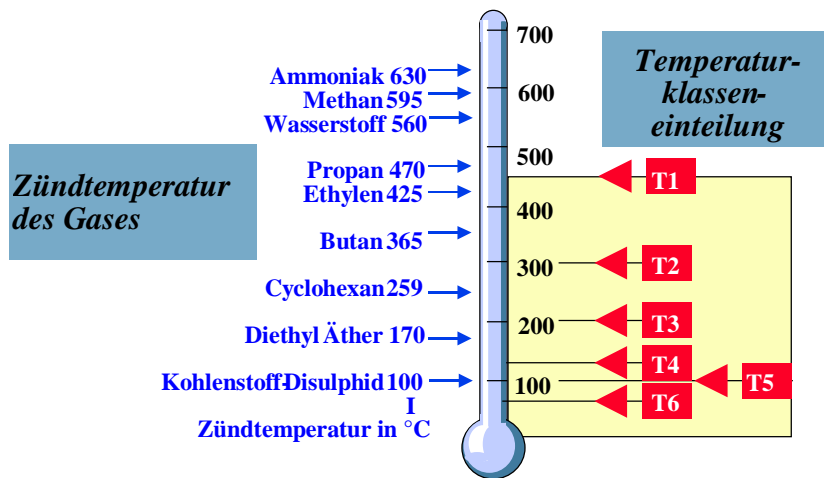
Jedes bescheinigte eigensichere Betriebsmittel trägt eine Kennzeichnung, für welche Gasgruppe es die Prüfbescheinigung erhalten hat. Logischerweise sind Betriebsmittel, die für eine bestimmte Gruppe geeignet sind, auch für alle anderen Gruppen geeignet, die weniger leicht entzündlich sind.

### Temperatureinstufung

Da Gas/Luft-Gemische auch direkt durch heiße Oberflächen entzündet werden können, ist die Oberflächentemperatur eines Betriebsmittels ebenfalls von Bedeutung.

Aufgrund von Untersuchungen, die im wesentlichen in Deutschland und Großbritannien durchgeführt wurden, stehen umfassende Daten zu allen gemeinhin vorkommenden Gasen zur Verfügung. Betriebsmittel zur Installation in gefährdeten Bereichen werden daher je nach der Höchsttemperatur eingestuft, die unter Fehlerbedingungen (bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C oder wie angegeben) erreicht werden kann. Der Anwender hat sicherzustellen, dass die Temperaturklasse des Betriebsmittels unter der Zündtemperatur des zündfähigsten Gas-/Luftgemischs liegt, das auftreten kann.

Das Einstufungssystem, das in Deutschland erstellt wurde und europaweit verwendet wird, ist in nebenstehender



Grafik wiedergegeben. Es gilt für alle Zündschutzarten, nicht nur für die Eigensicherheit. Interessanterweise besteht kein Zusammenhang zwischen der Zündfähigkeit durch heiße Oberflächen und durch Funken; die beiden Zündmechanismen sind völlig unabhängig voneinander. So wird Wasserstoff durch einen Funken mit geringer Energie (20 µJ) leicht gezündet, weist jedoch eine hohe Zündtemperatur (560 °C) auf, während Acetaldehyd einen energiereichen Funken (

150 µJ erfordert), aber eine geringe Zündtemperatur (140 °C) hat.

### Zoneneinteilung

Neben den beiden soeben definierten Zündmechanismen ist ein dritter Faktor mit einzubeziehen, nämlich die Wahrscheinlichkeit, dass eine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist. Dieser Faktor hat ebenso wie der vorhergehende für alle Zündschutzarten Geltung und legt fest, welche Formen des Schutzes, je nach ihrer Zuverlässigkeit, akzeptabel sind.

Wiederum sind heute zwei Systeme weit verbreitet. Sie sind im wesentlichen ähnlich, außer dass die IEC-Einteilung die 'Zonen 0 und I' unterscheidet, während diese in Nordamerika in der

typisches Gas	Gas Klassifizierung		Entflammbarkeit
	IEC Länder (incl. Europa)	USA & Canada	
Acetylen Wasserstoff Ethylen Propan	Gruppe IIC Gruppe IIC Gruppe IIB Gruppe IIA	Class I, Group A Class I, Group B Class I, Group C Class I, Group D	↑ leichter entzündlich
Methan	Gruppe I (Bergbau)	(nicht klassifiziert)	
Metallstaub, Kohlenstoffstaub, Mehl, Stärke, Korn	(Stäube in Vorbereitung)	Class II, Group E Class II, Group F Class II, Group G	
Fasern		Class III	

„Division I“ zusammengefasst sind. Nordamerika klassifiziert brennbare Stäube zusammen mit brennbaren Gasen und Dämpfen. Großbritannien und Deutschland haben dafür eine unterschiedliche Bereichseinstufung und eine ähnliche IEC Norm ist in Vorbereitung. In jeder Anlage wird die Einteilung durch die Betriebsleitung vorgenommen, wobei Richtlinien herangezogen werden, die in der Regel von

Anwendergremien wie etwa dem Institute of Petroleum (Großbritannien), dem American Petroleum Institute oder der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (EX-RL) in Deutschland herausgegeben sind.

Um die Zuverlässigkeitsanforderungen für die verschiedenen Zonen einzuhalten, werden eigensichere Betriebsmittel in Europa in einer von zwei verschiedenen Arten gefertigt und bescheinigt, die sich durch den Grad an Redundanz von wesentlichen Bauteilen unterscheiden:

Ex ia: Die Sicherheit ist bei bis zu zwei 'zählbaren' Bauteil- oder sonstigen Fehlern gewährleistet. Kann in

Gefahrenbereichen der Zone 0 installiert oder daran angeschlossen werden.

Ex ib: Die Sicherheit ist bei bis zu einem 'zählbaren' Bauteil- oder sonstigen Fehler gewährleistet. Kann in Gefahrenbereichen der Zone 1 installiert oder daran angeschlossen werden.

Bestimmte Bauteile, wie z. B. Drahtwiderstände, werden hinsichtlich bestimmter Fehlerarten als 'unfehlbar' angesehen; gleiches gilt für bestimmte Montagethoden. Die Normen geben an, welche Fehler gezählt werden müssen und welche ignoriert werden können. Natürlich können Betriebsmittel der Schutzart Ex ia außer in Zone 0 auch in den Zonen 1 und 2 eingesetzt werden, was trotz der etwas höheren Kosten auch häufig in einer Anlage geschieht, um die Wartungsverfahren zu vereinfachen und Lagerbestände zu reduzieren.

In den USA werden alle eigensicheren Betriebsmittel nach einer einzigen Norm bescheinigt und können in Gefahrenbereichen der Division 1 installiert oder daran angeschlossen werden. Amerikanische Sicherheitsbarrieren sind (elektrisch) ähnlich den europäischen Barrieren der Klassifizierung Ex ia, unterliegen aber nicht allen in Europa vorgeschriebenen Bauteilprüfungen. Japan hat sich für die Eigensicherheit ab 1985 ebenfalls für einen ia-ähnlichen Einheitsstandard entschieden.

Haben wir Ihr Interesse für die Eigensicherheit geweckt? Benötigen Sie noch weitere Informationen?

Sprechen Sie uns an!

MTL Instruments GmbH  
Tel.: +49 (0) 2131 / 71893-0